

УДК 621.7:621.9:621.3:62-4:62-5:62-9

## АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЛЬЕФА АБРАЗИВОСОДЕРЖАЩИХ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ЭЛАСТИЧНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

**А. С. КИРИЕНКО**

*Полоцкий государственный университет, Беларусь*

*Рассматриваются результаты исследования получения покрытий из ориентированных в электростатическом поле дисперсных абразивных порошков и разработки математического аппарата процесса.*

Для управления поведением зерен абразива при формировании рельефа поверхностного слоя эластичных шлифовальных инструментов с целью увеличения производительности отделочной обработки реализован способ ориентации рабочей абразивосодержащей поверхности в электростатическом поле. Анализ числа абразивных зерен, действующих в пределах дуги контакта в зависимости от технологических условий обработки, позволяет сделать вывод о том, что число абразивных зерен, действующих в пределах дуги контакта, зависит, прежде всего, от зернистости инструмента, геометрии его поверхности, режимов обработки ( $V_{\text{л}}$ ,  $V_{\text{ш}}$ ,  $S$ ,  $t$ ), следовательно, верно условие влияния рельефа поверхности шлифовального инструмента на его физико-механические и эксплуатационные характеристики и на параметры шлифовальной обработки [1, 2]. В результате исследования напряженно-деформированного состояния абразивного зерна выявлено, что ориентация относительно рабочей поверхности инструмента, и изменение угла ориентации зерен абразива в поверхностном слое относительно основы на  $20^\circ \dots 40^\circ$  приводит к увеличению производительности шлифовальной обработки в 1,3...1,5 раза, что является весьма ощутимым резервом использования малодефицитных абразивных материалов в шлифовании [3]. Предлагаемый способ учитывает все описанные выше факторы, влияющие, как на повышение эффективности получения поверхностей, так и на прочность и производительность образованных поверхностей. Для описания предлагаемого способа эффективного образования абразивосодержащих поверхностей из порошков, ориентированных в электростатическом поле следует использовать разработанную математическую модель включающую:

- зависимость, определяющую размеры порошка абразива в зависимости от условий электростатического поля:

$$a \leq \frac{9}{g} \frac{\varepsilon_0}{4\rho} \frac{3\varepsilon}{\varepsilon + 2\varepsilon_0} E^2, \quad (1)$$

где  $a$  - размер фракции абразивного материала,  $E$  - напряженность электростатического поля,  $\rho$  - плотность абразивного порошка,  $\varepsilon$ ,  $\varepsilon_0$  - относительная диэлектрическая проницаемость абразива и окружающей среды соответственно;  $g$  - ускорение свободного падения;

- зависимость, определяющую оптимальное расстояние перемещения абразива при его нанесении на тканевую основу от размеров зерна, скорости и условий электростатического поля:

$$L = \frac{\pi a^3 \rho}{2} \frac{V^2}{9\varepsilon_0 E^2 - 4\rho a g}, \quad (2)$$

где  $L$  - оптимальное расстояние перемещения абразива;

- зависимость, определяющую скорость проникновения абразива  $v_0$  в клеевую среду основы от размеров абразивного порошка, действующих сил сопротивления при величине угла проникновения -  $\gamma$ :

$$v_0 = \sqrt{-\frac{2}{5} b H_{\max}^{5/2} F\left(-\frac{\alpha}{3\lambda}, \frac{5}{6}; \frac{11}{6}; -\lambda H_{\max}^3\right)}, \quad (3)$$

где  $\alpha$  - угол атаки,  $\lambda=0$ ,  $b=a$  - размер фракции абразива,  $F$  - сила, действующая на проникающее в клеевую среду зерно абразива,  $H$  - максимальная глубина проникновения частицы в клеевую среду;

- зависимость, определяющую оптимальное расстояние перемещения абразива при его нанесении на тканевую основу от выбранных технологических параметров напряженности электростатического поля, марки и размера фракции абразива, глубины и углов проникновения абразива, учитывая, что  $a=b$ , и  $V=v_0$ :

$$L = \frac{\pi a^3 \rho b H_{\max}^{\frac{5}{2}} F\left(-\frac{\alpha}{3\lambda}, \frac{5}{6}; \frac{11}{6}; -\lambda H_{\max}^3\right)}{5(9\varepsilon_0 E^2 - 4\rho a g)}, \quad (4)$$

Исследования показали, что при нанесении абразива в ориентированном электростатическом поле в процессе полета они ориентируются своей наибольшей осью вдоль направления вектора действия напряженно-

сти поля, и начальный угол атаки  $\alpha(o)$  можно принять равным нулю. При этом влияние на проникновение зерен абразива в клеевой слой оказывают их масса, размеры, форма, фактор скорости, угол атаки, а также толщина клеевого слоя и вязкость клея. Сжимаемость среды и присутствие свободной поверхности не оказывают существенного влияния на процесс проникновения, который полностью определяется геометрией абразивных зерен и законом их движения. При прочих равных условиях увеличить глубину проникновения можно за счет уменьшения вязкости клеевого слоя (например, путем рационального выбора его состава или температуры нагрева), а также за счет увеличения его толщины [4].

Математическая модель является основой для определения технологических параметров образования абразив содержащих поверхностей, нанесением абразива в электростатическом поле. Решив данную систему уравнений для абразивного материала электрокорунд 14А, ориентированного в электростатическом поле при максимальной глубине внедрения в клеевой слой  $H_{max}=2a$ . получим расчетную зависимость технологических параметров нанесения покрытий, показанную на рис. 1.

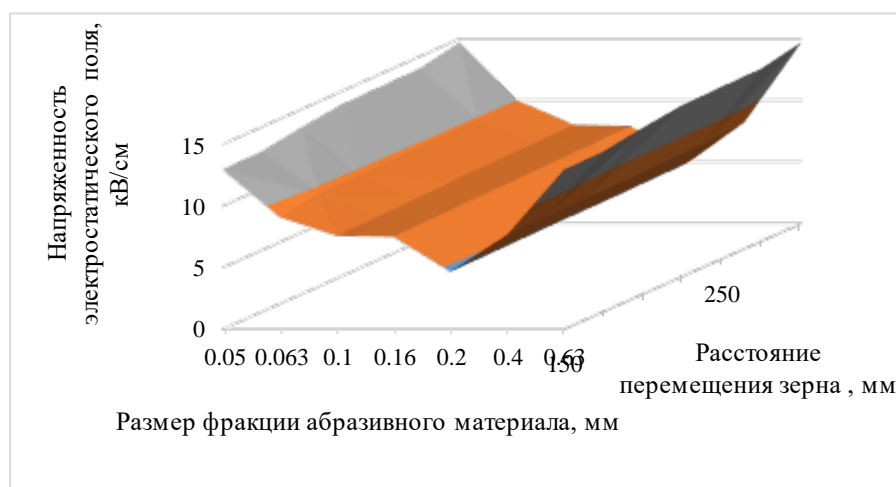


Рис. 1. Зависимость технологических параметров электростатического нанесения покрытий из электрокорунда 14А

Математический аппарат использован при разработке оборудования, технологических процессов, реализующих механизм образования абразивосодержащих поверхностей из зерен, ориентированных в электростатическом поле [5, 6].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Malkin, S. Grinding Technology: Theory and Applications of Machining with Abrasives / S. Malkin, Ch. Guo // New York : Industrial Press Inc. – 2008. – 372 p.

2. Кириенко, А.С. Технология изготовления специального ленточного абразивного инструмента и оценка его производительности / А.С. Кириенко, С.Э. Завистовский // Вестник Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Прикладные науки. Промышленность. – 2006. – № 6. – С. 20–25.
3. Завистовский, С. Э. Особенности получения рабочей поверхности специального гибкого абразивного инструмента на предприятиях Витебской области / С.Э. Завистовский, А.С. Кириенко // Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, сварка : сб. докл. 8-й Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 27–28 мая 2008 г. ; редкол.: А.Ф. Ильющенко [и др.]. – Минск, 2008. – С. 125–128.
4. Кириенко, А.С. Технология и оборудование для получения эластичного инструмента с ориентированными зернами абразива / А.С. Кириенко // Инновационные технологии в машиностроении: материалы междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 35-летию машиностр. факультета Полоцкого гос. ун-та (19–20 окт. 2011 г., г. Новополоцк) / М-во образования РБ ; Нац. АН Беларуси ; Госкомитет по науке и технологиям ; Полоцкий гос. ун-т ; под ред. А.И. Гордиенко, В.К. Шелега. – Новополоцк : ПГУ. – 2011. – С. 98–101.
5. Кириенко, А.С. Тенденции развития современных технологий производства эластичных инструментов с ориентированными зернами абразива / А.С. Кириенко // Инновационные технологии в машиностроении «ИННТЕХМАШ-2015», посвящ. 100-летию академика П. И. Ящерицына и 40-летию машиностроительного факультета Полоцкого гос. университета, Новополоцк, 28–29 октября 2015 г. / Полоцкий гос. университет ; под общ. ред. А. И. Гордиенко, В. К. Шелега. – Новополоцк, 2015. – С. 112–114.
6. Кириенко, А.С. Развитие шлифовального инструмента на эластичной основе / А.С. Кириенко, П.Н. Рогов // Инновационные технологии в машиностроении, посвящ. 100-летию академика П. И. Ящерицына и 40-летию машиностроительного факультета Полоцкого гос. университета, Новополоцк, 28–29 октября 2015 г. / Полоцкий гос. университет ; под общ. ред. А.И. Гордиенко, В.К. Шелега. – Новополоцк, 2015. – С. 115–118.